不同品系番茄对番茄刺皮瘿螨生长发育的影响

王梅玉[1,2]，王冬生[2]，袁永达[2]，洪晓月[1,*]
（1. 南京农业大学昆虫学系，南京 210095；2. 上海市农业科学院植物保护研究所，上海市设施园艺技术重点实验室，上海 201106）

摘要：为了弄清楚不同番茄品种对番茄刺皮瘿螨 *Aculops lycopersici*（Massee）的抗感性程度，通过田间调查、室内盆栽接螨和离体培养等方法，考察了12个番茄品种（系）（多茸毛类 YZ618 和 YZ619；少茸毛类 YZ419，YZ507 和 YZ504；野生品系 YZ7 和 YZ5；叶黄类 YZ401；常规品系 YZ406，YZ412，YZ413 和 YZ515）上番茄刺皮瘿螨的种群发育情况。结果表明：番茄刺皮瘿螨在不同番茄品种（系）上的种群密度有明显差异，野生品系 YZ7 及多茸毛品系 YZ618 和 YZ619 上较低，少茸毛品系 YZ504，YZ507 和 YZ419 较高。不同番茄品种（系）可能是通过影响螨的存活率和产卵能力来影响在品种（系）上的种群发展。离体培养观察发现，番茄刺皮瘿螨的存活率在少茸毛品系 YZ504 和 YZ507 上最高，其次是品系 YZ419，野生品系 YZ7 上最低。在 YZ504 上的产卵量最大，YZ419 和 YZ507 次之，YZ7 最小。根据实验种群参数判断，野生品系 YZ7 及多茸毛品系 YZ618 和 YZ619 感螨程度低，为抗性品系；少茸毛品系 YZ504，YZ419 和 YZ507 感螨程度高，为感螨品系。

关键词：番茄刺皮瘿螨；番茄品系；种群动态；抗螨性
中图分类号：Q968 **文献标识码**：A **文章编号**：0454-6296(2008)08-0839-05

Development of the tomato russet mite，*Aculops lycopersici*（Massee）（Acari：Eriophyidae）on various tomato lines

WANG Mei-Yu[1,2]，WANG Dong-Sheng[2]，YUAN Yong-Da[2]，HONG Xiao-Yue[1,*]（1. Department of Entomology，Nanjing Agricultural University，Nanjing 210095，China；2. Shanghai Key Laboratory of Protected Horticultural Technology，Institute of Plant Protection，Shanghai Academy of Agricultural Sciences，Shanghai 201106，China）

Abstract：In order to understand the resistance level of different tomato lines to the tomato russet mite，*Aculops lycopersici*（Massee），the development of the mite was studied in the field and laboratory on 12 tomato lines（the more hair lines，YZ618 and YZ619；the less hair lines，YZ419，YZ507 and YZ504；the wild lines，YZ7 and YZ5；the yellow-leaf line YZ401；the conventional lines，YZ406，YZ412，YZ413 and YZ515）. The results indicated that there were significant differences in population density of the mite on different tomato lines，which was high on YZ504，YZ507 and YZ419 and low on YZ7，YZ618 and YZ619. There were also notable discrepancies in the survival rate，developmental duration，egg production and other examined parameters of the experimental populations of the mite on different lines. The highest survival rate was found on the less hair lines YZ504 and YZ507，the second on YZ419，and the lowest on YZ27. Meanwhile，the highest egg production was found on YZ504，the second on YZ507 and YZ419，and the lowest on YZ7. Judging from the life parameters of the experimental populations of the mite，we concluded that YZ7 and YZ618 lines were resistant to the mite，while YZ504，YZ419 and YZ507 lines were susceptible to the mite.

Key words：*Aculops lycopersici*；tomato lines；population dynamics；resistance to mite

番茄刺皮瘿螨 *Aculops lycopersici*（Massee），属蜱螨亚纲（Acari）、真螨目（Acariformes）、瘿螨科（Eriophyidae）、刺皮瘿螨属 *Aculops*（Bailey and Keifer，1943）。该螨分布于南纬60°以北、北纬60°以南所有

基金项目：上海市科委重点基础研究项目（05JC14085）；国家科技支撑计划（2006BAD10A11-02）
作者简介：王梅玉，女，1982年生，硕士研究生，研究方向为昆虫分子生态学，E-mail：meiyuwang1982@sina.com
* 通讯作者 Author for correspondence，E-mail：xyhong@njau.edu.cn
收稿日期 Received：2007-11-20；接受日期 Accepted：2008-06-02

生长茄科植物的地区(Perring and Farrar, 1986),主要刺吸危害植物的叶片、茎杆以及果实(Jeppson *et al*., 1975),被害植物叶片、茎杆初呈褐色,后则枯萎;被害果呈青铜色,僵化,常纵向裂开。据文献报道,该螨危害可造成番茄65%的产量损失(Oliveira *et al*., 1982)。该螨在我国首次发现于南宁(匡海源,1983),之后在昆明、上海等地相继发生(陈斌和罗佑珍,2001)。2004年该螨害在一些园艺场暴发成灾,在不到3周的时间内就迫使番茄提前拉秧。由于不断推进设施栽培,为该螨的发生提供了较适宜的条件,因而该螨的危害呈发展上升趋势,对设施蔬菜栽培带来了不容忽视的威胁。为了有效控制该螨的进一步蔓延和危害,加强有关该螨的研究已是当务之急。

寄主品种差异是影响昆虫种群差异的因子之一(李鸿运和胡军华,2001),有关寄主品种差异对番茄刺皮瘿螨种群增长的影响,目前未见全面、系统的报道。过分依赖化学药剂防治番茄刺皮瘿螨,容易导致该螨抗药性产生,也不符合现代农业对产品质量和环境安全的要求,寻求植物本身的抗虫特性来控制螨害日益被人们所关注。本研究从12个番茄品系对该螨生长发育的影响,探讨品系间的抗性差异,以期明确这12个材料的抗性状况,为番茄种质资源提供抗性材料,为抗虫育种和利用抗虫品种控制该虫危害提供依据。

1 材料与方法

1.1 供试材料

试验材料由扬州大学园艺所番茄育种资源室提供,共12个品系。其中多茸毛类2个(YZ618和YZ619),少茸毛类3个(YZ419, YZ507和YZ504),野生番茄2个(YZ7和YZ5),叶黄类1个(YZ401),常规4个(YZ406, YZ412, YZ413和YZ515)。

1.2 不同品系番茄植株上番茄刺皮瘿螨的种群数量

1.2.1 田间调查:将供试品种(系)栽植于同一试验地。每重复5株,每品种重复4次,按株距40 cm,行距50 cm栽植。各品种随机排列,品种之间用塑料薄膜隔离。5~7月,在田间调查番茄刺皮瘿螨种群动态,每周1次,按上中下3个方位取样(Kawai and Hanque, 2004),每方位随机取2张叶片,用手持放大镜(200×)观察叶片活动螨数量,记录每株平均螨量。

1.2.2 盆栽试验:将12个品系盆栽苗置于室内,用脱脂棉蘸水将叶片正、背面轻轻擦洗干净。待到五叶期,5月20日在田间采集12个供试品系有螨叶片,在解剖镜下,用0号毛笔将个体大,不活跃的雌成螨分别接于相应供试品系的盆栽苗倒1至倒4片叶,每叶5头,每株20头,叶柄处涂上凡士林以防螨逃逸。每品种(系)4个重复,隔3天用手持放大镜(200×)观察接螨叶片螨数量,记录每株平均螨量。室内温度25~28℃,相对湿度50%~70%。

1.3 不同品种(系)番茄对番茄刺皮瘿螨发育的影响

存活率的测定:选择充分展开的成熟叶片,在解剖镜下仔细清除各叶片上的所有害虫,并将叶片制成直径2 cm的叶碟;在直径90 mm的培养皿中加入25 mL 1.5%的琼脂液,冷却、凝固后将叶碟背面朝下置于培养皿中。在每一叶碟正面接上60头成虫,重复3次。每2 d观察1次,记载螨的数量变化。直至所有成螨自然死亡为止。试验在LRH-250-GSⅡ型人工智能气候箱(杭州钱江仪器设备有限公司制造)中进行,试验条件为温度27±1℃, RH 60%±10%, 16L:8D。试验期间,叶碟每4 d更换1次。

实验种群特征的测定:田间采集12个供试品系有螨叶片,室内挑取雌成螨(个体大,生殖盖有纵肋),分别饲养在各供试品系的离体叶片上,产卵24 h后去除雌螨。所产卵置于27℃恒温培养箱内,用6 h内孵化的幼螨作为供试螨源。采集供试品系相同叶位的叶片,洗净擦干,置于盛有琼脂液的培养皿内,叶面朝上用湿脱脂棉条压住叶沿,并将每张叶片分成4~6格,每格接1头初孵幼螨,室内温湿度同上,每品系饲养60头左右。每天记载螨态变化,进入雌成螨后立即接1头雄螨,使之正常交配。每天记录其产卵量,直至成螨死亡。组建生命表,计算其种群参数。

1.4 数据处理

数据分析采用SPSS软件(SPSS Inc., USA)系统。对不同品系种群数量进行方差分析。平均数进行Duncan's新复极差法检验,显著水平 $P=0.05$;对不同品系上番茄刺皮瘿螨离体存活率、卵期、若螨期、雌成螨寿命、日产卵量分别进行Duncan's新复极差法检验,显著水平 $P=0.05$。

2 结果与分析

2.1 田间番茄品系上番茄刺皮瘿螨种群密度

将不同品系不同调查期的平均每株螨量列于下

表(表 1)，表中可以发现，不同品系上番茄刺皮瘿螨种群的高峰只出现一次。番茄刺皮瘿螨在少茸毛品系 YZ419，YZ507 和 YZ504 上达到高峰期的时间比其他品系短，在这 3 个品系上迁入的番茄刺皮瘿螨基数也高于其他品系，6 月中旬后这 3 品系上密度骤然下降，是因为种群密度过大，营养条件恶化，害螨在株间扩散之结果(至 7 月 1 日，YZ419，YZ507 和 YZ504 番茄叶全部脱落)。不同番茄品系上番茄刺皮瘿螨平均密度，经方差分析差异显著，其中野生品系 YZ7 的密度最小，显著低于其他品系。

表 1　番茄刺皮瘿螨在田间不同品系上平均密度(单位：头/株)

Table 1　Average density of *Aculops lycopersici* on different lines in fields

品系 Lines	日期(月-日) Date (month-day)										平均密度* Average density*
	5.13	5.21	5.28	6.4	6.11	6.18	6.25	7.1	7.8	7.15	
YZ406	2.05	4.25	7.10	48.90	84.25	124.05	10.90	6.05	1.10	0.90	28.95 ± 13.63 b
YZ515	3.10	8.10	13.15	13.95	94.15	139.15	16.85	8.05	2.20	0.75	29.94 ± 14.92 b
YZ413	4.15	11.15	32.25	42.50	106.10	158.10	57.85	25.85	11.15	3.65	45.27 ± 15.94 b
YZ419	21.15	406.45	1 277.15	1 298.95	848.10	246.10	0.65	0.40	0.15	0.00	409.91 ± 169.43 a
YZ507	42.15	95.95	966.10	1 397.90	937.10	427.15	9.85	0.35	0.10	0.05	387.67 ± 165.20 a
YZ504	27.10	581.15	1 236.05	1 575.85	839.20	326.15	15.90	0.30	0.15	0.15	460.20 ± 183.87 a
YZ401	3.05	6.05	8.10	62.85	121.15	12.05	7.75	0.90	0.45	0.65	22.30 ± 12.46 b
YZ619	4.20	8.10	18.15	37.85	97.10	42.10	21.85	5.10	3.75	2.90	24.11 ± 9.29 b
YZ7	0.15	2.10	4.15	3.95	6.50	7.85	7.85	1.15	0.35	0.15	3.42 ± 0.98 c
YZ412	2.50	5.50	20.95	44.90	98.10	139.25	12.90	7.90	3.75	0.95	33.67 ± 15.06 b
YZ618	1.50	3.10	8.15	45.85	87.15	128.15	12.85	6.10	1.90	0.85	29.56 ± 814.01 b
YZ5	4.25	8.95	11.20	31.05	69.10	122.20	10.50	5.15	2.75	0.90	26.61 ± 12.45 b

*：此列中数据为均值 ± 标准误，列内平均数后不同字母表示差异达 5% 显著水平(新复极差检验)；表 2 同。Data in this column are given as mean ± *SE* and means with different letters are significantly different at 5% level (by Duncan's multiple range test). The same for Table 2.

盆栽试验中，不同品系番茄接螨后不同天数该螨种群数量有显著差异(表 2)。少茸毛品系 YZ504 上该螨平均密度最高达 95.9 头/株，显著高于其他盆栽品系上的螨密度。YZ419 上的密度次之，野生品系 YZ7 上螨密度最低。结合田间种群密度调查结果，初步认为野生品系 YZ7 抑制番茄刺皮瘿螨生长，少茸毛品系 YZ504 和 YZ419 适宜番茄刺皮瘿螨生长。

表 2　番茄刺皮瘿螨在不同品系盆栽番茄上的数量差异(单位：头/株)

Table 2　Different numbers of individuals of *Aculops lycopersici* on potted tomato lines

品系 Lines	日期(月-日) Date (month-day)										平均密度 Average density
	5.24	5.28	5.1	6.5	6.9	6.13	6.17	7.21	7.25	7.29	
YZ406	18.75	18.25	16.75	49.29	83.25	123.75	11.25	6.25	1.50	1.25	33.03 ± 12.86 b
YZ515	18.25	18.25	12.75	34.25	139.25	16.50	8.25	2.25	1.50	1.25	25.25 ± 13.06 b
YZ413	18.25	18.25	16.25	32.50	106.25	58.25	26.25	11.75	4.25	1.00	29.30 ± 9.96 b
YZ419	20.00	20.00	46.50	123.00	256.50	75.25	30.25	19.50	10.25	4.25	60.55 ± 24.56 ab
YZ507	18.75	19.00	36.25	98.25	137.50	75.25	11.25	15.25	9.75	0.75	42.20 ± 14.48 b
YZ504	20.00	20.00	54.00	176.25	439.50	126.25	66.50	30.25	17.75	10.25	96.08 ± 41.81 a
YZ619	18.25	16.25	15.00	63.25	121.50	12.75	8.75	2.00	1.25	1.00	26.00 ± 12.05 b
YZ401	17.25	17.00	15.25	38.50	97.25	42.25	20.50	5.25	3.50	3.25	26.00 ± 8.98 b
YZ7	12.25	11.00	5.25	8.75	15.75	23.00	10.25	1.25	0.75	0.00	8.82 ± 2.31 b
YZ412	19.25	19.25	18.50	45.25	97.75	59.25	23.00	8.25	4.25	1.25	29.60 ± 9.45 b
YZ618	18.25	16.00	15.25	26.75	37.75	29.50	14.50	6.00	1.75	0.00	16.50 ± 3.85 b
YZ5	18.25	16.25	11.25	31.00	69.25	20.75	11.25	4.25	3.25	1.75	18.73 ± 6.29 b

2.2 不同品种(系)番茄对番茄刺皮瘿螨发育的影响

存活率的测定:在所测定的 12 个番茄品系中,该螨在离体叶片上取食后的存活率差异较大(表 3)。在培养 2,4,6,8 d 品系间存活率有显著差异(对 2,4,6,8 d 的统计结果分别为:$F = 2.99$,$df = 11,24$,$P = 0.038$;$F = 3.59$,$df = 11,24$,$P = 0.0088$;$F = 3.15$,$df = 11,24$,$P = 0.036$;$F = 10.54$,$df = 11,24$,$P = 0.0030$)。在接螨后 2 d,品系间存活率差异相对较小,随着时间推移,不同品系间的差异越来越大。至第 8 d,多茸毛品系 YZ618 和野生品系 YZ7 上存活率只有 5%,显著低于其他品系。YZ619 和 YZ406 存活率只有 13%。少茸毛品系 YZ504 和 YZ419 上的番茄刺皮瘿螨存活率最高,达到 60%,显著高于其他品系,YZ507 上次之。

表 3 番茄刺皮瘿螨在不同番茄品系离体叶上的存活率

Table 3 Survival rate of *Aculops lycopersici* on detached leaves of different tomato lines

番茄品系 Tomato lines	存活率 Survival rate (%)			
	2 d	4 d	6 d	8 d
YZ7	78.3 ± 2.9 cd	70.0 ± 5.0 b	35.0 ± 5.0 de	5.0 ± 8.6 f
YZ413	93.3 ± 2.9 a	60.0 ± 5.0 bc	33.3 ± 2.9 de	21.7 ± 10.4 de
YZ618	65.0 ± 5.0 e	38.3 ± 7.6 e	18.3 ± 10.4 e	5.0 ± 5.0 f
YZ504	88.3 ± 7.6 ab	65.0 ± 10.0 bc	63.3 ± 12.6 ab	60.0 ± 13.2 a
YZ419	90.0 ± 5.0 ab	81.7 ± 12.6 a	70.0 ± 10.0 a	60.0 ± 10.0 a
YZ515	73.3 ± 7.6 cde	45.0 ± 5.0 de	41.7 ± 7.6 cd	26.7 ± 15.3 cd
YZ619	70.0 ± 5.0 de	58.3 ± 5.8 bc	38.3 ± 22.5 cd	13.3 ± 12.6 ef
YZ401	83.3 ± 10.4 bcd	60.8 ± 12.8 bc	46.7 ± 7.6 bc	38.3 ± 7.6 bc
YZ406	76.7 ± 17.5 cde	46.7 ± 7.6 de	35.0 ± 15.0 cd	13.3 ± 5.8 ef
YZ507	78.3 ± 12.5 cde	58.3 ± 17.6 bc	58.3 ± 17.6 ab	51.7 ± 2.9 ab
YZ412	93.3 ± 7.6 a	55.0 ± 5.0 cd	46.7 ± 7.6 cd	18.3 ± 2.9 ef
YZ5	81.6 ± 12.5 bcd	60.3 ± 23.6 bc	60.1 ± 7.3 bc	43.3 ± 20.2 bc

表中数据为均值 ± 标准误,同一列内平均数后不同字母表示差异达 5% 显著水平(新复极差检验);表 4 同。Data are given as mean ± *SE* and means with different letters within the same column indicate that there are significant differences at 5% level (by Duncan's multiple range Test). The same for table 4.

表 4 不同品系番茄上番茄刺皮瘿螨生长发育和繁殖

Table 4 Development and reproduction of *Aculops lycopersici* feeding on leaves of different tomato lines

品系 Lines	发育历期 Developmental duration (d)			雌成螨寿命 (d) Longevity of female adult	日产卵量 Number of eggs laid per day
	卵期 Egg	若螨期 Nymph	合计 Sum		
YZ7	7.45 ± 0.20 a	6.36 ± 0.90 a	13.36 ± 0.23 a	2.50 ± 0.70 c	6.44 ± 3.33 c
YZ618	7.20 ± 0.30 a	6.17 ± 0.18 a	13.24 ± 0.08 a	2.50 ± 0.80 c	6.84 ± 2.53 c
YZ619	6.93 ± 0.40 a	6.00 ± 0.50 a	13.22 ± 0.31 a	2.70 ± 0.90 c	5.39 ± 1.09 c
YZ5	3.98 ± 0.22 b	3.80 ± 0.50 b	7.91 ± 0.08 c	3.00 ± 1.80 b	8.15 ± 3.27 b
YZ401	4.88 ± 0.45 b	3.47 ± 0.15 bc	8.66 ± 1.16 b	3.00 ± 1.30 b	12.71 ± 2.60 b
YZ406	5.00 ± 0.60 b	3.50 ± 0.17 bc	8.36 ± 0.07 b	2.90 ± 1.00 b	19.42 ± 4.86 b
YZ412	3.50 ± 0.40 bc	3.10 ± 0.20 bc	8.21 ± 0.17 bc	3.10 ± 1.40 b	15.83 ± 7.98 b
YZ413	5.08 ± 0.06 b	3.03 ± 0.12 c	8.08 ± 0.15 c	3.10 ± 1.50 b	24.67 ± 9.56 b
YZ515	5.60 ± 0.32 b	2.80 ± 0.32 c	7.67 ± 0.09 c	3.80 ± 1.30 b	18.90 ± 2.20 b
YZ504	2.83 ± 0.08 c	1.80 ± 0.58 d	4.79 ± 0.09 d	4.30 ± 0.20 a	42.35 ± 3.46 a
YZ419	2.58 ± 0.50 c	2.00 ± 0.29 d	4.76 ± 0.15 d	4.30 ± 1.50 a	32.50 ± 6.62 a
YZ507	2.76 ± 0.22 c	2.07 ± 0.18 d	4.77 ± 0.25 d	4.20 ± 0.80 a	36.55 ± 3.01 a

实验种群特征及生命表参数,从表 4 中可以看出,卵期、雌成螨寿命、平均产卵量在不同品种(系)上存在显著差异。YZ504,YZ507 和 YZ419 这 3 个少茸毛品系上的日产卵量、雌成螨寿命高于其他品系,其中在品种(系)YZ504 上的平均日产卵量最高,雌成螨寿命最长。野生品系 YZ7 及多茸毛品系 YZ618 和 YZ619 上的日产卵量、雌成螨寿命显著低于其他品系。其中 YZ618 和 YZ7 上雌成螨寿命最短,YZ619 上产卵量最小。番茄刺皮瘿螨实验种群参数的净增殖率(R_0)以 YZ504 最大,YZ7 最小。种群加

倍时间以取食 YZ619 的最大，取食 YZ504 的最小。生命表参数分析说明少茸毛品系 YZ504，YZ507 和 YZ419 是感螨品系，有利于番茄刺皮瘿螨的种群发育和繁殖。YZ7，YZ618 和 YZ619 这 3 个品系对该螨的生育和繁殖有抑制作用，属于抗螨品系。其他品系表现出中等程度的抗螨性。

表 5 取食不同品系番茄的番茄刺皮瘿螨实验种群主要参数

Table 5 Parameters of experimental populations of *Aculops lycopersici* feeding on different tomato lines

品系 Lines	净增殖率 R_0	内禀增殖率 R_m	种群加倍时间 t	世代时间 T
YZ7	5.5768	0.1032	6.7165	16.6592
YZ618	6.7868	0.1085	6.3885	17.6537
YZ619	6.2525	0.1005	6.8970	18.2453
YZ5	15.4179	0.1629	4.2550	16.7893
YZ401	15.7098	0.1962	3.5329	14.0389
YZ406	12.7880	0.1834	3.7794	13.8976
YZ412	12.0388	0.1661	4.1730	14.9763
YZ413	17.7214	0.1920	3.6101	14.8975
YZ515	15.4179	0.1940	3.5729	14.0972
YZ504	39.3577	0.3749	1.8489	9.7967
YZ419	25.9591	0.3233	2.1440	10.0721
YZ507	24.9234	0.3037	2.2823	10.5897

3 讨论

笔者认为在室内盆栽苗叶上接螨，螨口基数一致，叶片数量和环境条件容易控制，结束时间基本一致，便于操作，可以用作评价供试品种抗螨能力的初步鉴定标准。研究表明，不论是田间调查还是盆栽试验，不同品系番茄上番茄刺皮瘿螨的密度与存活率都存在显著差异，且都以少茸毛品系上该螨数量和存活率最高，多茸毛品系上该螨数量和存活率低。表明寄主叶片茸毛有阻碍番茄刺皮瘿螨取食作用，叶片表面茸毛密度越大，对成虫取食越不利。野生品系 YZ7 与其他品系相比，叶片栅栏组织细胞宽度小，在野生品系上该螨的雌成螨寿命短，产卵量低，世代历期长，可能因为番茄刺皮瘿螨主要刺吸叶片的栅栏组织，成螨在取食的过程中单位距离遇到细胞壁的阻力较大。因此，可将叶片栅栏组织细胞窄、表面茸毛密度大作为选育优良抗虫品种的目标和方向。

寄主植物的组织结构和生化组分是影响抗虫的两个重要因素，并且这两个因素往往共同发挥作用。植物次生化合物是其体内重要的抗性物质，在植物与昆虫的相互关系中起着重要的作用（庞雄飞，1999）。番茄叶片被番茄刺皮瘿螨危害后，一些生理生化指标发生了变化，其危害与寄主体内保护酶有关（吴娟等，2006）。关于番茄体内化学物质与抗番茄刺皮瘿螨的关系目前还未有报道，有待进一步研究。

参考文献（References）

Bailey SF，Keifer HH，1943. The tomato russet mite，*Phyllocoptes destructor* Keifer: its present status. *J. Econ. Entomol.*，36: 706－712.

Chen B，Luo YZ，2001. Russet mite－a new pest on tomato. *Journal of Changjiang Vegetables*，11: 27.［陈斌，罗佑珍，2001. 番茄新害虫——刺皮瘿螨. 长江蔬菜，11: 27］

Haque MM，Kawai A，2004. Population dynamics of tomato russet mite，*Aculops lycopersici*（Massee）and its natural enemy，*Homeopronematus anconai*（Baker）. *JARQ*，38: 161－166.

Jeppson LR，Keifer HH，Baker EB，1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press，Berkeley. 614 .

Kuang HY，1983. Two new species and a new record of eriophyid mites from China（Acariformes: Eriophyoidea）. *Acta Zootaxonomica Sinica*，8（4）: 389－391.［匡海源，1983. 瘿螨二新种和我国一新记录种——（真螨目：瘿螨总科）. 动物分类学报，8（4）: 389－391］

Li HY，Hu JH，2001. A preliminary investigation on resistance of citruses germplasm to the citrus red mite，*Panonychus citri*（McGregor）. *South China Fruits*，30（4）: 18 .［李鸿运，胡军华，2001. 柑桔种质资源对桔全爪螨抗性调查初报，中国南方果树，30（4）: 18］

Oliveira CAL，Eschiapapti D，Velho D，Sponchiado OJ，1982. Quantitative losses caused by the tomato russet mite，*Aculops lycopersici*（Massee）in field tomato crop. *Ecossistema*，7: 14－18.

Pang XF，1999. Plant protectants and plant immune engineering against insect pests. *Word Sci-tech R & D*，2: 8－12.［庞雄飞，1999. 植物保护剂与植物免害工程——异源次生化合物在害虫防治中的应用. 世界科技研究与发展，2: 8－12］

Perring TM，Farrar CA，1986. Historical perspective and current world status of the tomato russet mite（Acari: Eriophyidae）. Miscellaneous Publications of the Entomological Society of America，No.63. 1－19.

Wu J，Li LY，Xu X，Yang YZ，Wang DS，2006. Physiological variation of damaged leaves of tomato by *Aculops lycopersici*. *Acta Horticulturae Sinica*，33（6）: 1 215－1 216.［吴娟，李琳一，许翔，杨益众，王冬生，2006. 番茄刺皮瘿螨对番茄叶片生理指标的影响. 园艺学报，33（6）: 1 215－1 216］

（责任编辑：赵利辉）